

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-206763
 (43)Date of publication of application : 22.07.2004

(51)Int.CI.

G11B 7/135
 G02F 1/01
 G11B 7/09
 G11B 7/125

(21)Application number : 2002-372820

(71)Applicant : HITACHI MAXELL LTD

(22)Date of filing : 24.12.2002

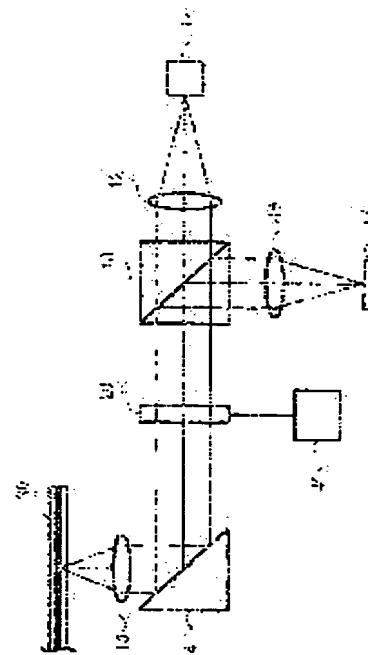
(72)Inventor : MITSUI YOSHIKAZU
 SUGIYAMA TOSHINORI
 ISHIZAKI OSAMU

(54) OPTICAL INFORMATION REPRODUCING DEVICE, OPTICAL INFORMATION REPRODUCING UNIT, OPTICAL DISK AND OPTICAL INFORMATION RECORDING OR REPRODUCING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical information reproducing device, of which the compensation to the several kinds of wave front aberrations is allowed by one phase correcting element while reducing a spot diameter of a light when the light is converged on an optical disk (optical information recording medium) by using a short wavelength laser beam source such as a blue laser.

SOLUTION: This optical information recording/reproducing device is furnished with a laser beam source (semiconductor laser) 11, a collimating lens 12 for converting laser convergent beams to parallel luminous flux, the phase correcting element 20 as a means for compensating the aberration of the laser convergent beams, a phase correcting element control circuit 40 for controlling an applied voltage of the phase correcting element 20, a reflection mirror 14, an objective lens 15 for condensing the luminous flux on the optical disk 30, a beam splitter 13, a condensing lens 16, and a photodetector 17. The wave front aberration which is generated by the combination of a coma aberration generated by the tilt of an optical disk substrate, a spherical aberration generated by the thickness of an adhesive layer or the like, and an astigmatism due to a double refraction of the optical disk substrate, is compensated by the phase correcting element.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

- [application converted registration]
- [Date of final disposal for application]
- [Patent number]
- [Date of registration]
- [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開2004-206763

(P2004-206763A)

(43)公開日 平成16年7月22日(2004.7.22)

(51)Int.Cl.⁷

G11B 7/135
G02F 1/01
G11B 7/09
G11B 7/125

F 1

G11B 7/135
G02F 1/01
G02F 1/01
G11B 7/09
G11B 7/125

テーマコード(参考)

2H079
5D118
5D119
5D789

審査請求 未請求 請求項の数 15 O.L. (全 16 頁)

(21)出願番号

特願2002-372820 (P2002-372820)

(22)出願日

平成14年12月24日 (2002.12.24)

(71)出願人

000005810 日立マクセル株式会社

大阪府茨木市丑寅1丁目1番88号

100104880

弁理士 古部 次郎

三井 良和

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立
マクセル株式会社内

杉山 寿紀

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立
マクセル株式会社内

石崎 修

大阪府茨木市丑寅一丁目1番88号 日立
マクセル株式会社内

最終頁に続く

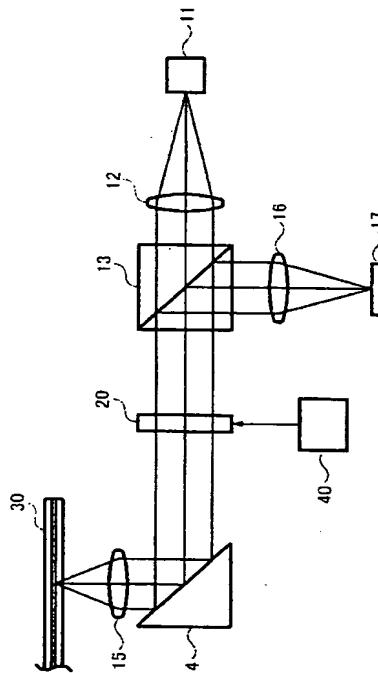
(54)【発明の名称】光情報再生装置、光情報再生ユニット、光ディスク、及び光情報記録又は再生方法

(57)【要約】

【課題】青色レーザ等の短波長のレーザ光源を用いて光ディスク(光情報記録媒体)に光を集光させる際、そのスポット径を小さくすること、及び、一個の位相補正素子によって、数種類の波面収差に対する補正を可能とする光情報再生装置を提供すること。

【解決手段】レーザ光源(半導体レーザ)11、レーザ収束光を平行な光束に変換するコリメートレンズ12、レーザ収束光の収差を補正する手段としての位相補正素子20、位相補正素子20の印加電圧を制御する位相補正素子制御回路40、反射ミラー14、光束を光ディスク30に集光する対物レンズ15、ビームスプリッタ13、集光レンズ16、フォトディテクタ17を備える光情報記録再生装置であって、光ディスク基板の傾きにより発生するコマ収差と、接着剤層の厚さ等により発生する球面収差と、光ディスク基板の複屈折による非点収差とが合成されて生じる波面収差を位相補正素子によって補正するものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

波長が 500 nm 以下の光源と、
 開口数が 0.6 以上である対物レンズと、
 前記光源と前記対物レンズとの間に設けられ、当該光源からの収束光の収差を補正するための位相補正素子と、を有し、
 前記位相補正素子は、前記収束光の球面収差及びコマ収差を補正するものであり、
 前記対物レンズは、前記光源からの収束光を、透明基板の厚さが 0.3 mm 以上である光情報記録媒体上に集光させるものであることを特徴とする光情報再生装置。

【請求項 2】

光源と対物レンズとを用いて光情報記録媒体に記録された情報を読み出す光情報再生装置であって、
 前記対物レンズの移動量を検出する移動量検出手段と、
 前記光源と前記対物レンズとの間に設けられ、前記移動量検出手段により検出された移動量に応じて、当該光源からの収束光の収差を補正する位相補正手段とを含むことを特徴とする光情報再生装置。

【請求項 3】

前記位相補正手段は、前記収束光の球面収差、光情報記録媒体の傾き及び前記対物レンズの移動により生じるコマ収差を補正するものであることを特徴とする請求項 2 記載の光情報再生装置。

【請求項 4】

前記光源は、波長が 500 nm 以下の光源であり、
 前記対物レンズは、開口数が 0.6 以上である対物レンズであることを特徴とする請求項 2 記載の光情報再生装置。

【請求項 5】

波長が 500 nm 以下の光源と、
 開口数が 0.6 以上である対物レンズと、
 前記光源と前記対物レンズとの間に設けられ、当該光源からの収束光の収差を補正するための位相補正素子と、を有し、
 前記対物レンズは、前記光源からの収束光を、厚さが 0.3 mm 以上の透明基板に形成された少なくとも 2 以上の複数の記録層を有する光情報記録媒体上に集光可能であり、
 前記位相補正素子は、前記光源からの収束光の少なくとも球面収差を補正するに際して、先ず前記複数の記録層の一つの層に関して、当該位相補正素子に規定の補正を加えた後、フォーカス調整を行い、その後、当該複数の記録層のその他の層に関し、球面収差の補正を行うことを特徴とする光情報再生装置。

【請求項 6】

前記位相補正素子は、前記複数の記録層の各層から得られるトラック横断信号の和もしくは差が最大になるように、前記球面収差の補正を行うことを特徴とする請求項 5 記載の光情報再生装置。

【請求項 7】

波長が 500 nm 以下の光源と、
 前記光源からの収束光をユーザデータ領域が形成された光情報記録媒体上に集光させる開口数が 0.6 以上である対物レンズと、
 前記光源と前記対物レンズとの間に設けられ、当該光源からの収束光の収差を補正するための位相補正素子と、を有し、
 前記光情報記録媒体上に傾き検出領域が形成され、当該傾き検出領域から検出される信号に基づき、前記位相補正素子により前記収差を補正することを特徴とする光情報再生ユニット。

【請求項 8】

前記位相補正素子は、前記収束光の球面収差、光情報記録媒体の傾き及び前記対物レンズ

10

20

30

40

50

の移動により生じるコマ収差を補正するものであることを特徴とする請求項 7 記載の光情報再生ユニット。

【請求項 9】

前記位相補正素子は、前記傾き検出領域から検出される差信号の振幅が、前記ユーザデータ領域から検出される差信号の振幅の 0.7 倍以下であるように前記収差を補正することを特徴とする請求項 7 記載の光情報再生ユニット。

【請求項 10】

前記位相補正素子は、前記傾き検出領域から検出される和信号の一周期における平均値が、前記光情報記録媒体上に形成された鏡面エリアから検出される和信号の値より小さく、且つ、ユーザデータ領域から検出される和信号の一周期における平均値の ± 3 dB 以内であるように前記収差を補正することを特徴とする請求項 7 記載の光情報再生ユニット。10

【請求項 11】

波長が 500 nm 以下の光源と、

前記光源からのレーザ光を光情報記録媒体上に集光させる開口数が 0.6 以上である対物レンズと、

前記光源と前記対物レンズとの間に設けられ、前記光源からのレーザ光の収差を補正するための位相補正素子とを有し、

前記光情報記録媒体の複屈折に基づき、前記位相補正素子により前記収差を補正することを特徴とする光情報再生ユニット。

【請求項 12】

前記位相補正素子は、前記レーザ光の球面収差、光情報記録媒体の傾き及び前記対物レンズの移動により生じるコマ収差、並びに、光情報記録媒体の複屈折により生じる非点収差を補正するものであることを特徴とする請求項 11 記載の光情報再生ユニット。

【請求項 13】

レーザ光源と、対物レンズと、当該レーザ光源と当該対物レンズとの間に設けられ当該レーザ光源からの光の収差を補正する位相補正素子とを有する光情報再生装置により再生される光ディスクであって、

前記光情報再生装置により再生される情報を記録する記録領域と、

前記位相補正素子による収差の補正に用いられる信号を検出するための傾き検出領域とを有する光ディスク。30

【請求項 14】

前記傾き検出領域は、データ記録領域の最内周と最外周、又は、ゾーン切替部に形成され、且つ、前記検出領域に形成される溝もしくは凹凸パターンのトラックピッチは、ユーザデータ記録領域におけるトラックピッチより小さいことを特徴とする請求項 13 記載の光ディスク。

【請求項 15】

波長が 500 nm 以下の光源からのレーザ光を、位相補正素子及び開口数が 0.6 以上である対物レンズを通して光情報記録媒体上に集光し、

前記光情報記録媒体上の特定のトラックを追従して検出される SUM 信号の振幅が最大になるように位相補正素子に電圧を印加して球面収差を補正し、40

前記光情報記録媒体上の傾き検出領域から検出されるトラッキングエラー信号の振幅が最大になるように位相補正素子に電圧を印加して光情報記録媒体の傾きによるコマ収差を補正し、

前記対物レンズの移動量に応じた収差を打ち消すように位相補正素子に電圧を印加して対物レンズの移動により生じるコマ収差を補正し、

前記光情報記録媒体上の特定のトラックを追従して検出される SUM 信号とトラッキングエラー信号とが両者共に最大になるように位相補正素子に電圧を印加して光情報記録媒体の複屈折により生じる非点収差を補正することを特徴とする光情報記録又は再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光情報記録媒体（光ディスク）に記録された情報を読み出して再生する光情報再生装置等に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、光記録媒体の大容量化の必要性に応えるべく、D V D - R 、 D V D - R A M 、 D V D - R W 等の光記録媒体（光ディスク）が製品化されている。これらは、例えば、直径 120 mm 、厚さ 0.6 mm のポリカーボネート基板上に、誘電体層、記録層等を積層し、さらに保護層を形成した後、記録層等を内側に挟み込むようにして、2枚の基板同士を貼り合わせて製造される。このように、D V D - R 等の D V D 製品は接着剤層を介して2つの記録層を有する2層ディスク構造を有する製品も開発されている。10

【0003】

これらの大容量の D V D 製品は高密度化され、これらに情報を記録し、または記録された情報を再生するための光ヘッド装置は、光ディスク面上に集光するスポット径を小さくする必要があるために、レーザ光源の波長を 650 nm または 635 nm としたり、対物レンズの開口数（N A ）を 0.6 にしている。さらに、次世代の光記録においてはレーザ光源の波長を 405 nm 程度、 N A を 0.6 以上とすることで、より大きな記録密度を得ることが提案されている。

【0004】

一般に、このような光記録媒体の記録情報を、レーザ光源を用いて再生する場合には、光ディスク基板のわずかな傾きにより発生するコマ収差、光ディスク基板の厚さ等により発生する球面収差等の波面収差が生じ、レーザビームスポット径が大きくなるように作用する。20

【0005】

このような波面収差を補正する方式としては、例えば、対物レンズと光源との間に位相補正素子を設ける方式が報告されている。これは、複屈折性材料である液晶を挟持している一対の基板のそれぞれに、電極が分割されて形成された分割電極に電圧を印加して、光ディスク基板の厚さ等により生じる波面収差とは逆の位相差をかけて収差を補正する方式である（特許文献 1 又は特許文献 2 参照）。

【0006】

【特許文献 1】

特開平 8-212611 号公報

【特許文献 2】

特開 2002-133697 号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、光ディスク基板に集光するスポット径を小さくするためにレーザ光源の短波長化や対物レンズの高 N A 化を行うと、光ディスク基板の厚さ等により生じる波面収差がこれまで以上に大きくなり、その結果、スポット径が拡がり、光ディスク基板に記録された情報が再生できないという事態が生じる。これは、例えば、発生するコマ収差量は対物レンズの開口数（N A ）の 3 乗に比例し、又、球面収差量は対物レンズの開口数（N A ）の 4 乗に比例し、さらに、これらはレーザ光源の波長に反比例するという特性を有することに起因する。40

【0008】

このようなスポット径が拡がることにより光ディスク基板に記録された情報が再生できないという現象は、接着剤層を挟んで 2 つの記録層を有する 2 層ディスク構造である D V D 製品を、波長が 405 nm 程度の青色レーザ光源を用いて再生するときは極めて顕著になる。すなわち、1 層目の記録層に短波長のレーザ光源を集光して焦点を合わせて情報を再生した後、2 層目の記録層の再生を行うためには、再びレーザ光源を 2 層目に集光して焦点を合わせることが必要となり、このとき、一定の厚さ（約 20 ~ 50 μm ）の接着剤層

が存在することにより生じる波面収差のため、波長が 630～650 nm のレーザ光源を用いて再生する場合に比較して、2層目の記録層を再生するためのスポット径が無視できない程度に拡がることとなる。

【0009】

このような波面収差は、光ディスク基板の傾きにより発生するコマ収差と、1層目と2層目の層間の接着剤層の厚さ等により発生する球面収差とが合成された複雑な収差となって表れ、スポット径を広げる要因となる。さらに、ポリカーボネート等の樹脂から製造された光ディスク基板には、製造時の熱歪等を原因とする複屈折を示し、青色レーザ光源を使用する場合は、このために生じる非点収差がスポット径をさらに広げる要因の一つになる。

10

【0010】

このような波面収差を補正するには、前述したような、対物レンズと光源との間に、液晶を用いた位相補正素子を設け、位相差を打ち消す方法が考えられる。しかし、例えば、特許文献1に記載された方法では、球面収差を測定するための干渉計及び画像処理回路を備えた外部測定装置を備える必要がある。また、レンズ等の光学素子により生じる非点収差の補正方法が検討されているものの、光ディスク基板の性質に基づく非点収差の補正方法については言及されていない。

【0011】

また、特許文献2に記載された方法では、対物レンズのトラック方向の移動量に応じてコマ収差を補正する手段が採られており、その移動量は対物レンズを搭載したアクチュエータ駆動回路の出力信号から求めている。しかし、この出力信号と対物レンズのトラック方向の移動量との関係は、レーザ強度、回路ゲイン、光ディスクの反射率、温度などによって変化するために、コマ収差を補正する手段としては極めて煩雑となる。また、光ディスクの傾きを検出するためには、対物レンズのアクチュエータと一体化したチルトセンサを使用する必要があり、装置が大掛かりとなる。さらに、2層ディスク構造であるDVD製品の接着剤層に基づく波面収差の補正方法については見当されておらず、特許文献1の場合と同様に、光ディスク基板の性質に基づく非点収差の補正方法についても言及されていない。

20

【0012】

本発明は、かかる技術的課題を解決するためになされたものであって、その目的とするところは、例えば青色レーザ等の短波長のレーザ光源を用いて光ディスク（光情報記録媒体）に光を集めさせる際、そのスポット径を記録再生が問題なく行えるように収束させることにある。

30

また、他の目的は、一個の位相補正素子によって、数種類の波面収差に対する補正を可能とする光情報再生装置を提供することにある。

【0013】

40

【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するために、本発明は、例えば、青色レーザを用いて2層ディスク構造のDVD製品を再生する際、光ディスク基板の傾きにより発生するコマ収差と、接着剤層の厚さ等により発生する球面収差と、光ディスク基板の複屈折による非点収差とが複雑に合成されて生じる波面収差を位相補正素子によって補正している。即ち、本発明が適用される光情報再生装置は、波長が 500 nm 以下の光源と、開口数が 0.6 以上である対物レンズと、この光源と対物レンズとの間に設けられ、光源からの収束光の収差を補正するための位相補正素子とを有し、この位相補正素子は、収束光の球面収差及びコマ収差を補正するものであり、また、対物レンズは、光源からの収束光を、透明基板の厚さが 0.3 mm 以上である光情報記録媒体上に集光させるものであることを特徴としている。

【0014】

次に、本発明が適用される光情報再生装置は、光源と対物レンズとを用いて光情報記録媒体に記録された情報を読み出す光情報再生装置であって、対物レンズの移動量を検出する移動量検出手段と、光源と対物レンズとの間に設けられ、移動量検出手段により検出され

50

た移動量に応じて、光源からの収束光の収差を補正する位相補正手段とを含むことを特徴とするものである。この位相補正手段は、収束光の球面収差、光情報記録媒体の傾き及び対物レンズの移動により生じるコマ収差を補正するものであることを特徴とする。また、移動量検出手段は、非接触で検出が可能であることが必要であり、例えば、発光ダイオードとフォトダイオードとを組み合わせたポジションセンサであることが好ましい。さらに、光源は、波長が 500 nm 以下の光源であり、対物レンズは、開口数が 0.6 以上である対物レンズであることを特徴としている。

【0015】

次に、本発明が適用される光情報再生装置は、波長が 500 nm 以下の光源と、開口数が 0.6 以上である対物レンズと、光源と対物レンズとの間に設けられ、光源からの収束光の収差を補正するための位相補正素子と、を有し、この対物レンズは、光源からの収束光を、厚さが 0.3 mm 以上の透明基板に形成された少なくとも 2 以上の複数の記録層を有する光情報記録媒体上に集光可能であり、この位相補正素子は、光源からの収束光の少なくとも球面収差を補正するに際して、先ず複数の記録層の一つの層に関して、位相補正素子に規定の補正を加えた後、フォーカス調整を行い、その後、複数の記録層の他の層に関し、球面収差を補正することを特徴とするものである。この場合、位相補正素子は、複数の記録層の各層から得られるトラック横断信号の和もしくは差が最大になるように、球面収差を補正することを特徴としている。

【0016】

次に、本発明は、波長が 500 nm 以下の光源と、この光源からの収束光を光情報記録媒体上に集光させる開口数が 0.6 以上である対物レンズと、光源と対物レンズとの間に設けられ、光源からの収束光の収差を補正するための位相補正素子と、を有し、光情報記録媒体上に傾き検出領域が形成され、この傾き検出領域から検出される信号に基づき、位相補正素子により収差を補正することを特徴とする光情報再生ユニットとして捉えることができる。この場合、位相補正素子は、収束光の球面収差、光情報記録媒体の傾き及び対物レンズの移動により生じるコマ収差を補正するものであることを特徴とするものである。また、位相補正素子は、傾き検出領域から検出される差信号の振幅が、ユーザデータ領域から検出される差信号の振幅の 0.7 倍以下であるように前記収差を補正するものである。さらに、この位相補正素子は、傾き検出領域から検出される和信号の一周期における平均値が、光情報記録媒体上に形成された鏡面エリアから検出される和信号の値より小さく、且つ、ユーザデータ領域から検出される和信号の一周期における平均値の ±3 dB 以内であるように前記収差を補正することを特徴とするものである。

【0017】

また、本発明が適用される光情報再生ユニットは、波長が 500 nm 以下の光源と、光源からのレーザ光を光情報記録媒体上に集光させる開口数が 0.6 以上である対物レンズと、この光源と前記対物レンズとの間に設けられ、光源からのレーザ光の収差を補正するための位相補正素子とを有し、光情報記録媒体の複屈折に基づき、位相補正素子により収差を補正することを特徴とするものである。この位相補正素子は、レーザ光の球面収差、光情報記録媒体の傾き及び対物レンズの移動により生じるコマ収差を補正するものであり、並びに、レーザ光を直線偏光とした場合に、光情報記録媒体の複屈折により生じる非点収差を補正するものであることを特徴とすることができる。

【0018】

一方、本発明は、レーザ光源と、対物レンズと、レーザ光源と対物レンズとの間に設けられレーザ光源からの収束光の収差を補正する位相補正素子とを有する光情報再生装置により再生される光ディスクであって、光情報再生装置により再生される情報を記録する記録領域と、位相補正素子による収差の補正に用いられる信号を検出するための傾き検出領域とを有する光ディスクとして捉えることができる。この場合、傾き検出領域は、光ディスク上の最内周と最外周、又は、ゾーン切替部に形成されていることを特徴とするものである。尚、この傾き検出領域は、光ディスク上の判別可能な特定の領域に形成されていることも可能である。さらに、この傾き検出領域は、データ記録領域の最内周と最外周、又は

10

20

30

40

50

、ゾーン切替部に形成され、且つ、前記検出領域に形成される溝もしくは凹凸パターンのトラックピッチは、ユーザーデータ記録領域におけるトッラクピッチより小さいことを特徴としている。

【0019】

さらに、本発明は、波長が500nm以下の光源からのレーザ光を、位相補正素子及び開口数が0.6以上である対物レンズを通して光情報記録媒体上に集光し、光情報記録媒体上の特定のトラックを追従して検出されるSUM信号の振幅が最大になるように位相補正素子に電圧を印加して球面収差を補正し、光情報記録媒体上の傾き検出領域から検出されるトッキングエラー信号の振幅が最大になるように位相補正素子に電圧を印加して光情報記録媒体の傾きによるコマ収差を補正し、対物レンズの移動量に応じた収差を打ち消すように位相補正素子に電圧を印加して対物レンズの移動により生じるコマ収差を補正し、光情報記録媒体上の特定のトラックを追従して検出されるSUM信号とトッキングエラー信号とが両者共に最大になるように位相補正素子に電圧を印加して光情報記録媒体の複屈折により生じる非点収差を補正することを特徴とする光情報記録又は再生方法として把握されるものである。

【0020】

尚、本発明が適用される光情報再生装置は、光情報再生装置に光情報記録機能を加えた光情報記録再生装置に対しても同様に適用できる。

【0021】

【発明の実施の形態】

10

以下、添付図面に基づき、本発明の実施の形態について詳述する。

図1は、本実施の形態が適用される光情報記録再生装置の全体構成を説明するための図である。ここに示されている光情報記録再生装置は、光源としてレーザ光を発光するレーザ光源（半導体レーザ）11、レーザ光を平行な光束に変換するコリメートレンズ12、レーザ収束光の収差を補正する手段としての位相補正素子20、位相補正素子20の印加電圧を制御する位相補正素子制御回路40、光束を90度方向に反射する反射ミラー14、反射ミラー14により反射した光束を光ディスク30に集光する対物レンズ15、光ディスク30で反射して元の光路をたどる光束を反射するビームスプリッタ13、ビームスプリッタ13から反射した平行な光束を集光する集光レンズ16、集光レンズ16を透過した光束が入射するフォトディテクタ17を備えている。ここで光ディスク30は、接着剤層を介して2層の記録層を有する2層ディスク構造のDVD製品である。

20

30

【0022】

レーザ光源11から発光するレーザ光の波長はおよそ405nmで、ほぼ直線的に偏光しかつ発散した光束を発生する。光束はコリメートレンズ12、ビームスプリッタ13及び位相補正素子20を透過して反射ミラー14で反射して、アクチュエータ（図示せず）に取り付けられた対物レンズ15により光ディスク30に集光され光スポットを結ぶ。光ディスク30で反射した光束は元の光路をたどり、ビームスプリッタ13の反射面で反射して集光レンズ16を透過してフォトディテクタ17に入射する。光ディスク30により反射された反射光は、光ディスク30の面上に記録された情報により振幅変調され、フォトディテクタ17は光強度信号として記録された情報を読み取ることができる。

40

【0023】

位相補正素子制御回路40により出力される電圧は、光ディスク30の樹脂層や接着剤層の厚みにより生じる球面収差、対物レンズの移動又は光ディスクの傾きにより生じるコマ収差、光ディスク基板の複屈折により生じる非点収差の補正量に応じた電圧であり、位相補正素子の電極に印加する電圧となる。この電圧を、一対の透明基板間に挟持された例えれば異方性光学媒質に印加して屈折率を制御し入射光の波面を変化させる。

【0024】

図2は、位相補正素子20を説明するための図である。ここに示されている位相補正素子20は、2枚の透明なガラス基板の内面に蒸着された透明電極21を有する。この透明電極21は、電極が同心円状の複数の領域に分割され、さらに、同心円状に分割された領域

50

は、網目状に細かく分割された（同心円及び網目は、分割線である）電極形状とされており、この分割された電極部分の電圧を位相補正素子制御回路40によって可変制御できるように構成されている。この2枚の透明なガラス基板の間に、例えば、エポキシ系接着剤からなるシール材によりネマチック液晶などの液晶が封入されている。

【0025】

このような位相補正素子20の、それぞれの分割電極と対向する基板上の電極の間に電圧を印加し、かつ隣接する分割電極間では異なる電圧とすることで、球面収差に対応できる。また、コマ収差や非点収差を補正するためには、それぞれの収差に対応する形状に電極を分割しそれぞれの分割電極に球面収差の場合と同様にして所望の電圧を印加する。

【0026】

液晶は、印加する電圧を変えることにより、液晶分子の向きを水平配向から垂直配向まで自在に変えられるので、2枚の透明電極に印加する電圧を、分割された各基板の目毎に可変制御することにより、各基板の目部分の液晶の屈折率を自在に変えることができる。

【0027】

例えば、光ディスク30の厚みや第1層の記録層と第2層の記録層との層間の接着剤層により発生する球面収差の場合は、位相補正素子20に同心円状の電圧分布を発生させる。また、光ディスク30の傾きにより生じるコマ収差の場合は、コマ収差に対応する形状に電極を分割し、その分割電極に電圧を印加して、収差を打ち消すような位相量を与える。

【0028】

図3(a)～(c)は、接着剤層により生じる球面収差を説明するための図である。2層ディスク構造における第1層目の記録層にレーザ光源11の焦点を合わせた後、接着剤層を介して第2層目の記録層にレーザ光源11のビームスポットをあてると、レーザ光が接着剤層を透過することにより球面収差が生じ、ビームスポット径が拡がる。図3(a)は、2つの記録層の間に存在する接着剤層により生じる球面収差の例を示す。尚、接着剤層の厚さは60μmである。発生する球面収差は、光軸から離れるほど大きなものとなり、その大きさは約1.5λ程度である。尚、図中、横軸は、対物レンズ15の径(mm)を表し、縦軸は位相(μm)を表す。図3(b)は、このような球面収差を打ち消すように位相補正素子20に電圧を印加して与えられる位相量を示す。図3(a)に示した球面収差と反対の位相量を与えれば、発生した球面収差を打ち消すことができる。図3(c)は、図3(a)と(b)との和、即ち、補正後の収差を示す。この場合、位相補正素子20の液晶パネルの網目状に分割された透明電極21により、球面収差は略完全に打ち消されている。球面収差の補正と同様に、光ディスク30の傾きにより生じるコマ収差、対物レンズの移動により生じるコマ収差を補正する場合も、それぞれ発生する収差を打ち消すような位相量が与えられる。

【0029】

ここで、対物レンズ15の移動量に応じたコマ収差が生じる理由を説明する。再生時には、対物レンズ15はトラッキングサーボ(図示せず)により光ディスク30のトラッキング方向に常に動いており、また、実際の光ディスク30にはわずかな偏芯があるために、対物レンズ15と位相補正素子20との間に相対的な位置ズレが発生し、そのためコマ収差が生じる。図4(a)～(c)は、対物レンズ15の移動量に応じたコマ収差の補正方法を説明するための図である。図4(a)は、対物レンズ15が光軸と一致しているときの球面収差(曲線▲2▼破線)と、左側に移動したときの球面収差(曲線▲1▼実線)との例を示す。図4(b)は、対物レンズ15が光軸と一致しているときの球面収差を打ち消すように与えられる位相量(曲線▲3▼実線)を示す。この場合、対物レンズ15が移動することにより生じる球面収差の分だけ補正されない位相量が残り、その結果、図4(c)に示すように、コマ収差として生じる。

【0030】

図5(a-1)～(c-2)は、光ディスクの複屈折により生じる非点収差を説明するための図である。ポリカーボネート等の樹脂から製造された光ディスク基板には、製造時の熱歪や樹脂配向が残存すること等の理由により複屈折を示し、このために非点収差が生じる。図5(a-1)及び(a-2)は、光ディスク30の複屈折により生じる非点収差の例を示す。非点収差

10

20

30

40

50

は、光ディスク30の同位置において、互いに直交する方向における収差が逆向きになり、馬の鞍型になる。図5(b-1)及び(b-2)は、このような非点収差を打ち消すように位相補正素子20に電圧を印加して与えられる位相を示し、図5(c-1)及び(c-2)は、補正後の収差を示す。

【0031】

図6(a)～(c)は、第1層と第2層との層間の接着剤層の厚さで生じる球面収差と、光ディスク基板の傾きにより生じるコマ収差との合成を説明するための図である。第1層と第2層との層間の厚さで生じる球面収差と、光ディスク基板の傾きにより生じるコマ収差とは、それぞれ独立の原因に基づき生じ、これらは合成された複雑な波面収差となる。図6(a)は、第1層と第2層との層間の厚さで生じる球面収差と、光ディスク基板の傾きにより生じるコマ収差とが合成された波面収差の例を示す。球面収差とコマ収差のプラス側の位相差との合成は、収差がさらに増大し、球面収差とコマ収差のマイナス側の位相差との合成は、収差が減少する。図6(b)は、このような非点収差を打ち消すように位相補正素子20に電圧を印加して与えられる位相を示し、図6(c)は、補正後の収差を示す。

【0032】

本実施の形態において、光ディスク30の第1層の記録層と第2層の記録層との層間の接着剤層により発生する球面収差を補正する方法は、例えば、オシロスコープ等の波形表示画面で、光ディスク30の特定のトラックを追従して検出されるSUM(和)信号の振幅からフォーカスオフセットを設定し、位相補正素子20に球面収差を打ち消すような位相量を発生させるための電圧を印加する操作を繰り返して行う。即ち、球面収差が補正されるとSUM信号の振幅が最大となる。

【0033】

光ディスク30の傾きにより生じるコマ収差を補正する場合は、光ディスク30上に形成された傾き検出エリアから検出されたトラッキングエラー信号の振幅が大きくなるように、位相補正素子20に電圧を印加する操作を繰り返して行う。即ち、光ディスク30の傾きにより生じるコマ収差が補正されるとトラッキングエラー信号の振幅が最大になる。ここで、光ディスク30上に形成される傾き検出領域は、例えば、ユーザデータ記録エリアより狭いトラックピッチ(ビームスポット径の約3分の2程度)の溝が形成された領域である。傾き検出領域は、光ディスク30上の、最内周と最外周、又はゾーン切替部に設けられる。

【0034】

本実施の形態における対物レンズ15の移動により生じるコマ収差は、予め球面収差と対物レンズ15の移動量とをキャリブレーションして一義的に求めることができ、移動量に応じてコマ収差を打ち消す位相量を球面収差補正用の波面変化に合成して発生させ、収差を補正する。ここで、対物レンズ15のトラック方向の移動量を検出する方法は、特に限定されないが、通常、光学的方法、電気的方法、磁気的方法等が挙げられ、例えば、発光ダイオード(LED)とそれに対向して、対物レンズ15の直近に配置した2個のフォトダイオードとを組み合わせたポジションセンサ等の光学的方法が簡便である。

【0035】

本実施の形態において、光ディスク30の複屈折により生じる非点収差を補正する場合は、例えば、オシロスコープ等の波形表示画面で、特定のトラックを追従して検出されるSUM信号とトラッキングエラー信号を同時に測定しながら、合焦点位置で、SUM信号とトラッキングエラー信号とが、両者共に最大になるように位相補正素子20の印加電圧を設定する操作を繰り返す。即ち、光ディスク30の複屈折により生じる非点収差が補正されると、SUM信号とトラッキングエラー信号とが、両者共に最大になる。

【0036】

次に、本実施の形態が適用される光情報記録再生装置において、波面収差を補正するための操作について説明する。

図7は、本実施の形態における光ディスク30の第1層と第2層との層間の接着剤層の厚さで生じる球面収差の補正の流れを示したフローチャートである。まず、第1層目の記録

10

20

30

40

50

層を再生するために、フォーカス制御及びトラッキング制御をONにする（ステップ101）。即ち、第1層目の記録層の特定のトラックを追従して読み込み可能な状態にし、SUM信号の振幅を検出して合焦点位置を探し（ステップ102）、焦点が合わない場合は、フォーカスオフセットを変更し（ステップ103）、さらに、SUM（和）信号のP-P出力を検出し（ステップ104）、最大出力が得られるまで繰り返す（ステップ105）。

【0037】

次に、第2層目の記録層を再生するために、フォーカス制御及びトラッキング制御をONにし（ステップ106）、SUM信号の振幅を検出する（ステップ107）。次に、接着剤層により生じる球面収差を打ち消す位相を与えるように位相補正素子の印加電圧を変更する（ステップ108）。そして、再びSUM信号の振幅を検出し（ステップ109）、繰り返し位相補正素子20の印加電圧を変更して最大出力を求める（ステップ110）。即ち、球面収差が打ち消されるときに出力が最大になる。出力が最大になったときの位相補正素子20の印加電圧のデータを保存して球面収差の補正を終了する（ステップ111）。尚、位相補正素子20に印加する電圧と球面収差補正用の位相データとは、予めキャリブレーションの表を用意しておくことにより、電圧値を保存したデータマップは容易に位相のデータマップに換算することができる。

【0038】

図8は、本実施の形態における光ディスク30の傾きにより生じるコマ収差の補正の流れを示したフローチャートである。まず、光ディスク30上に形成した傾き検出領域からのトラッキングエラー信号の振幅を検出する（ステップ201）。そして、位相補正素子20の印加電圧を変更して（ステップ202）、さらに、光ディスク30上に形成した傾き検出領域からのトラッキングエラー信号の振幅を検出する（ステップ203）。光ディスク30の傾きにより生じるコマ収差がある場合は、コマ収差が無いときに比べてトラッキングエラー信号の振幅が小さくなる。即ち、トラッキングエラー信号の振幅が最大になるように、位相補正素子20に位相量を与えることによってコマ収差を補正することができる。検出したトラッキングエラー信号の振幅が最大値になるまでこの処理を繰り返し（ステップ204）、そのときの位相補正素子20の印加電圧のデータを保存して（ステップ205）、コマ収差の補正を終了する。

【0039】

尚、このような光ディスク30の傾きによるコマ収差感度を向上させるため、光ディスク30上の傾き検出領域に形成した溝のトラックピッチを0.375μm、溝幅0.2μmとし、ユーザデータ記録領域のトラックピッチ0.43μm、溝幅0.22μmに対して狭トラック化している。光ディスク30上の傾き検出領域に形成した溝を狭トラック化することにより、僅かなコマ収差の発生でも、トラッキングエラー信号の振幅変動が大きくなり、高感度で光ディスク30の傾きによるコマ収差の検出が可能になる。このときの狭トラック化の程度は、傾き検出領域の差信号の振幅をユーザデータ記録領域の差信号の0.7倍以下にすれば、効率の良い傾き検出ができることが経験上分かった。また、このような構成により、傾き検出領域の和信号のレベルがユーザデータ記録領域の和信号に対して±3dB以内に設定され、サーボ回路のゲインを切り替える必要がなく、サーボ回路の負担が低減される。

【0040】

尚、本実施の形態においては、傾き検出領域とユーザデータ記録領域との溝幅を同一にし、トラックピッチのみを変更することにより、和信号のレベルが±3dB以内であることが達成できるが、光情報記録再生装置のレーザスポット径とトラックピッチ及び溝幅との組み合わせ次第では、これを達成できない場合が生じる。しかし、その場合は、傾き検出領域とユーザデータ記録領域との溝幅及び深さなどを適宜変更し、和信号のレベルを調整することが可能である。

【0041】

さらに、本実施の形態においては、傾き検出領域を光ディスク30の情報記録領域の最内

周及び最外周に設置した場合は、ユーザデータ記録領域の内、内周及び最外周の転写性が向上するという副次的な効果が得られる。

【0042】

図9は、本実施の形態における対物レンズ15の移動により生じるコマ収差の補正の流れを示したフローチャートである。まず、光ディスク30の第2層目の記録層を再生する対物レンズ15のトラック方向の移動量を検出する(ステップ301)。次に、対物レンズ15の移動量に応じて接着剤層により生じる球面収差を補正する位相データを読み込み(ステップ302)、コマ収差量を計算し(ステップ303)、コマ収差を補正するのに必要な電圧データを保存する(ステップ304)。そして、再度球面収差を補正するためのデータを電圧データとして読み込み(ステップ305)、位相補正素子20に、コマ収差を打ち消すように印加電圧を変更して(ステップ306)コマ収差の補正を終了する。

【0043】

図10及び図11は、本実施の形態における光ディスク30の複屈折により生じる非点収差の補正の流れを示したフローチャートである。まず、トラッキング制御をOFFの状態で、フォーカス制御をONにし(ステップ401)、トラッキングエラー信号の振幅を検出し(ステップ402)、続いて、トラッキング制御をONにして(ステップ403)、SUM信号の振幅を検出にする(ステップ404)。次に、フォーカスオフセットを合焦点位置から0.1~0.2μmの範囲内で変更し(ステップ405)、再びトラッキング制御をOFFの状態で(ステップ406)、フォーカス制御をONの状態でトラッキングエラー信号の振幅の最大値を検出し(ステップ407)、続いて、トラッキング制御をONにして(ステップ408)、SUM信号の振幅を検出する(ステップ409)。この操作は、予め決められた規定回数(例えば、5~10回)行い(ステップ410)、トラッキングエラー信号の出力が最大値となる場合と、SUM信号の出力が最大値となる場合とで、それぞれのフォーカスオフセットが一致するまで繰り返す(ステップ411)。フォーカスオフセットが一致しない場合は、位相補正素子20の印加電圧を変更し(ステップ412)、再度、同様な操作を行って(ステップ413~ステップ419)、トラッキングエラー信号の出力が最大値となる場合と、SUM信号の出力が最大値となる場合とで、それぞれのフォーカスオフセットが一致するまで繰り返す。フォーカスオフセットが一致した場合は、位相補正素子20の印加電圧を保存して(ステップ420)非点収差の補正を終了する。

【0044】

以上、詳述したように、本実施の形態によれば、青色レーザ等の短波長のレーザ光を光ディスクに光を集光させる際、一個の位相補正素子によって、数種類の波面収差を補正し、そのスポット径を小さくすることが可能である。即ち、本実施の形態が適用される波面収差の補正手段を備える光情報記録再生装置によれば、青色レーザ光(波長405nm程度)により、厚さが0.6mm±0.08mmの光ディスクで、その傾きが±10mradの範囲内において、光情報を再生することが可能である。

【0045】

尚、本実施の形態では、光ディスクに対して情報を記録再生できる光情報記録再生装置を用いて説明したが、本実施の形態は、記録機能を備えていない光情報再生装置に対しても同様に適用することができる。

【0046】

【発明の効果】

かくして本発明によれば、一個の位相補正素子により、数種類の波面収差が補正された光情報再生装置及び光情報記録ユニットが提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態が適用される光情報記録再生装置の全体構成を説明するための図である。

【図2】位相補正素子を説明するための図である。

【図3】接着剤層により生じる球面収差を説明するための図である。

【図 4】対物レンズの移動量に応じたコマ収差の補正方法を説明するための図である。

【図 5】光ディスクの複屈折により生じる非点収差を説明するための図である。

【図 6】第1層と第2層との層間の接着剤層の厚さで生じる球面収差と、光ディスク基板の傾きにより生じるコマ収差との合成を説明するための図である。

【図 7】本実施の形態における光ディスクの第1層と第2層との層間の接着剤層の厚さで生じる球面収差の補正の流れを示したフローチャートである。

【図 8】本実施の形態における光ディスク基板の傾きにより生じるコマ収差の補正の流れを示したフローチャートである。

【図 9】本実施の形態における対物レンズの移動により生じるコマ収差の補正の流れを示したフローチャートである。

【図 10】本実施の形態における光ディスクの複屈折により生じる非点収差の補正の流れを示したフローチャート(1)である。

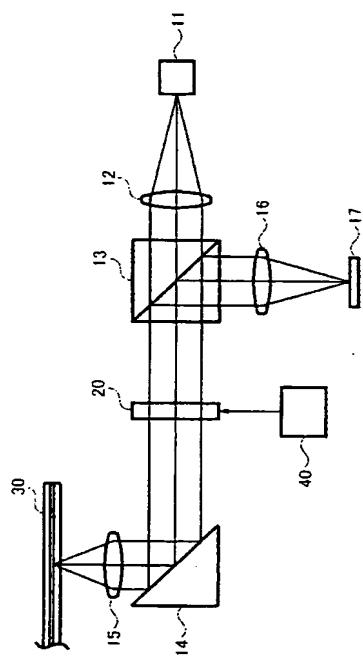
【図 11】本実施の形態における光ディスクの複屈折により生じる非点収差の補正の流れを示したフローチャート(2)である。

【符号の説明】

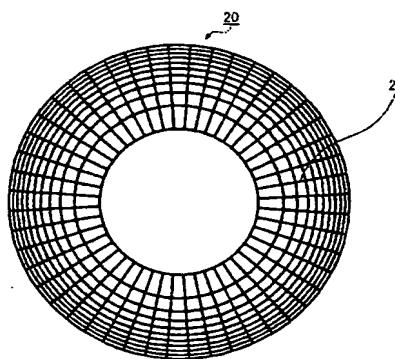
1 1 …レーザ光源（半導体レーザ）、1 2 …コリメートレンズ、1 3 …ビームスプリッタ、
1 4 …反射ミラー、1 5 …対物レンズ、1 6 …集光レンズ、1 7 …フォトディテクタ、
2 0 …位相補正素子、2 1 …透明電極、3 0 …光ディスク、4 0 …位相補正素子制御回路

10

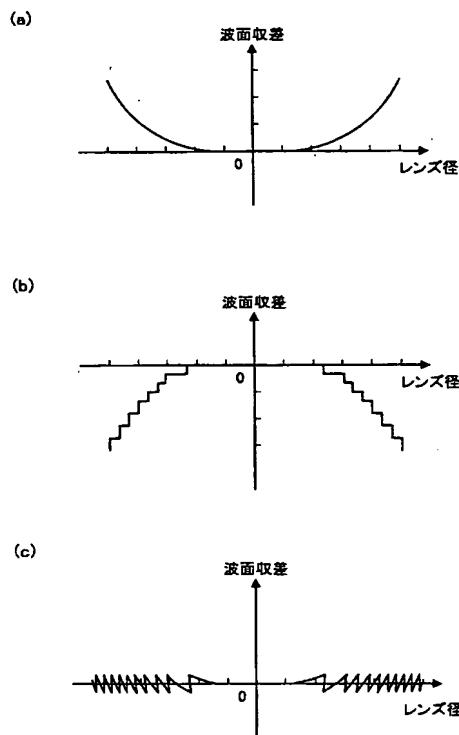
【図 1】



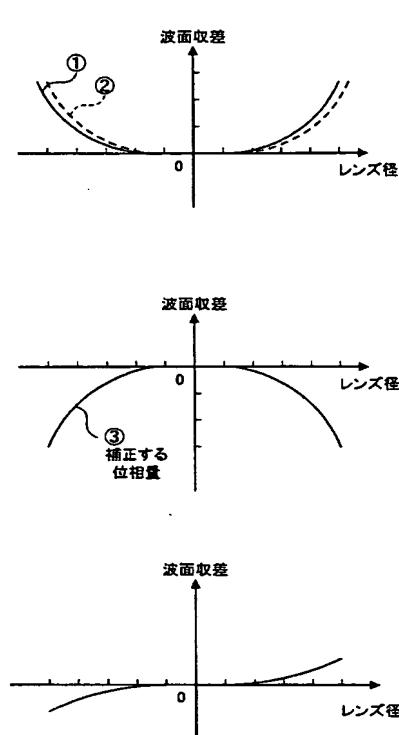
【図 2】



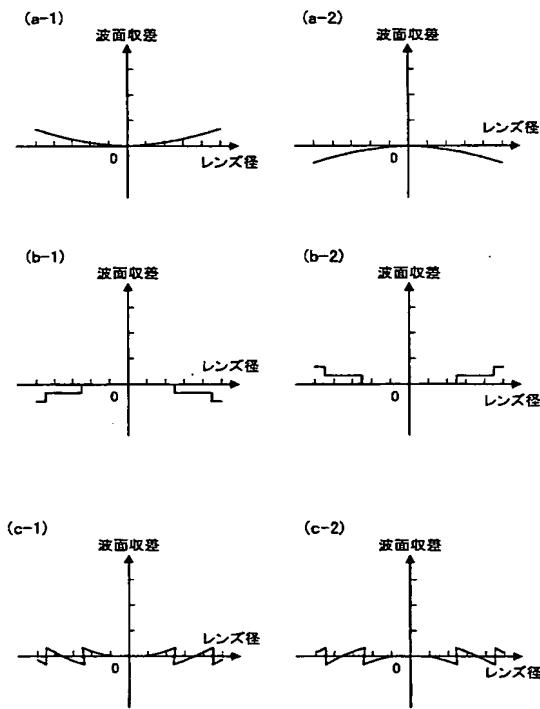
【図3】



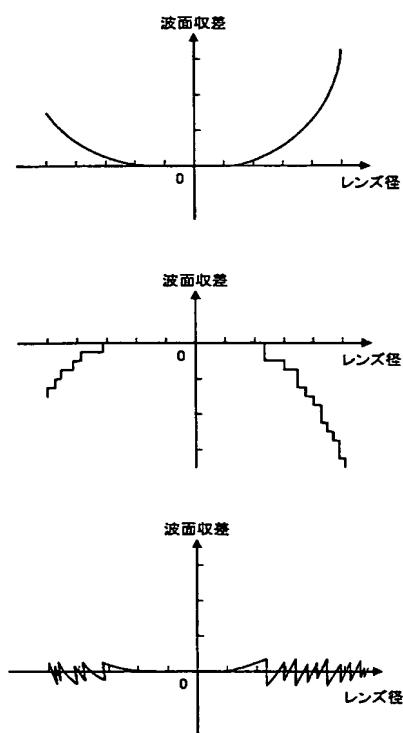
【図4】



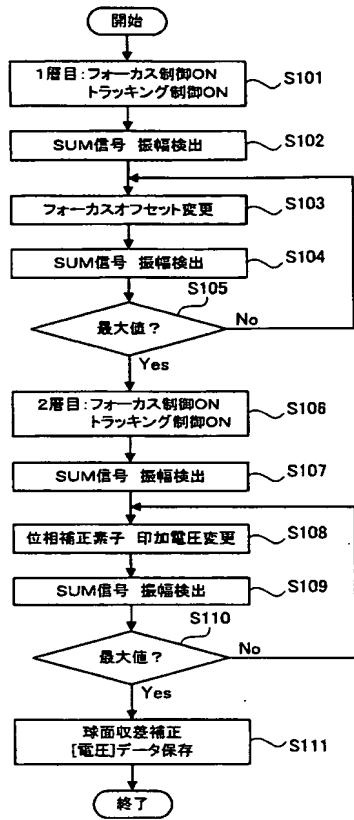
【図5】



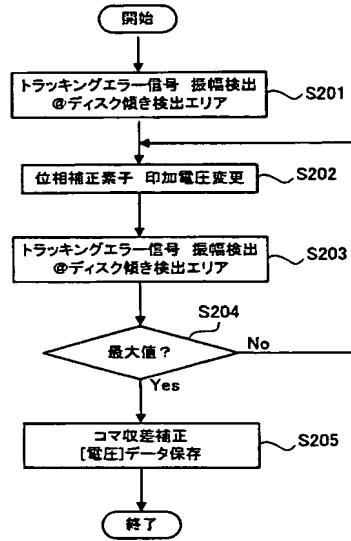
【図6】



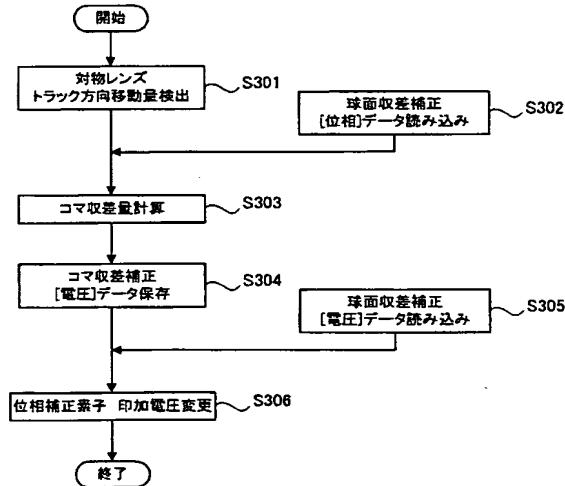
【図7】



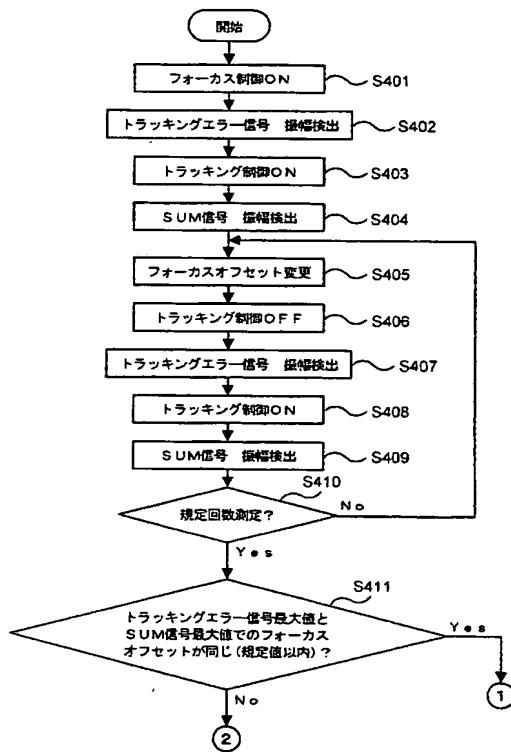
【図8】



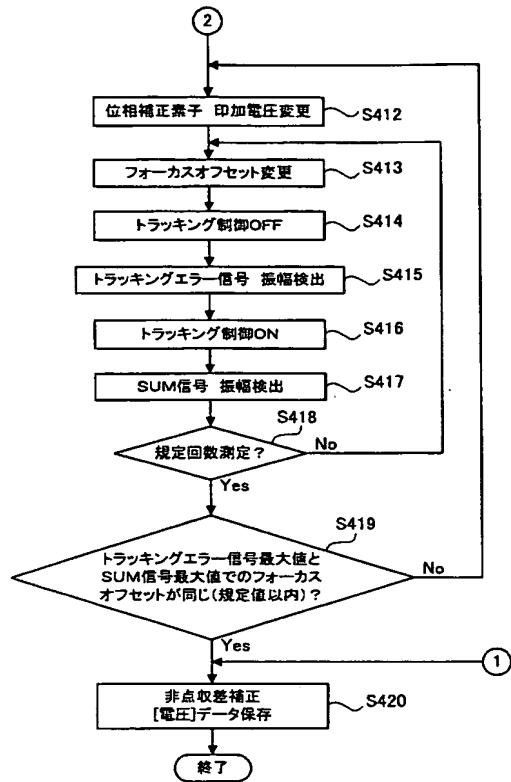
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H079 AA02 AA12 BA03 CA02 CA24 DA08 EA13 EB12 EB15 FA01
FA04 KA01
5D118 AA14 BA01 BF02 CD04
5D119 EC01 EC13 FA05 JA09
5D789 EC01 EC13 FA05 JA09